

**PEMANFAATAN TERAK TANUR TINGGI DARI HASIL
PEMBAKARAN BATA MERAH DESA BOGOR CAWAS
KLATEN SEBAGAI BAHAN TAMBAH DAN KAPUR TOHOR
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN UNTUK CAMPURAN
BETON**

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat S1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

EKO YULIARITNO

NIM : D 100 100 057

kepada:

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMANFAATAN TERAK TANUR TINGGI DARI HASIL
PEMBAKARAN BATA MERAH DESA BOGOR CAWAS KLATEN
SEBAGAI BAHAN TAMBAH DAN KAPUR TOHOR SEBAGAI
PENGANTI SEMEN UNTUK CAMPURAN BETON**

Naskah Publikasi

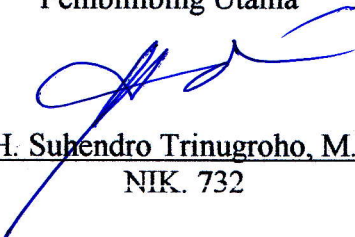
Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal, 9 Oktober 2015

diajukan oleh :

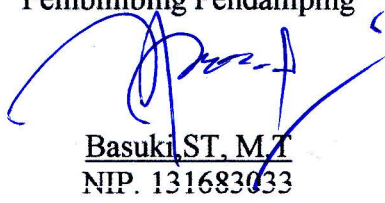
EKO YULIARITNO
NIM : D 100 100 057

Susunan Dewan Penguji

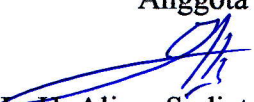
Pembimbing Utama


Ir. H. Suhendro Trinugroho, M.T.
NIK. 732

Pembimbing Pendamping


Basuki ST, MT
NIP. 131683033

Anggota


Ir. H. Aliem Sudjatmiko, MT.
NIP : 131683033

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 27 Oktober 2015
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK : 682

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Mochamad Solikin.
NIK : 792

PEMANFAATAN TERAK TANUR TINGGI DARI HASIL PEMBAKARAN BATA MERAH DESA BOGOR CAWAS KLATEN SEBAGAI BAHAN TAMBAH DAN KAPUR TOHOR SEBAGAI PENGANTI SEMEN UNTUK CAMPURAN BETON

Eko Yuliaritno

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan
Kartasura Surakarta

e-mail : eko.yuliaritno@yahoo.com

ABSTRAK

Beton merupakan campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bisa juga diberi bahan tambah yang sangat bervariasi pada persentase tertentu agar berfungsi lebih baik dan lebih ekonomis. Penambahan terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah (TBM) yang dihaluskan sebagai bahan tambah dalam campuran beton diharapkan bisa menjadi salah satu alternatif yang cukup baik dan pemberian kapur tohor sebagai pengganti semen dimaksudkan untuk menjadi bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kuat tekan, kuat tarik dan kuat lentur beton yang dihasilkan dari penambahan terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah dengan perekat semen atau semen dan kapur tohor. Persentase variasi penambahan serbuk terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah adalah 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15% dari berat semen, dan persentase kapur tohor adalah 25% dari berat semen sebagai pengganti sebagian semen. Jumlah keseluruhan benda uji beton ada 36 buah, 24 buah berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan 12 buah berupa balok beton dengan panjang 60 cm, tinggi 20 cm dan lebar 10 cm. Beton tidak bertulang dan pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat lentur beton setelah umur 28 hari, *mix design* menggunakan metode *Road Note* no.4. Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal dengan menggunakan perekat semen adalah 18,108 MPa, dengan penambahan serbuk TBM sebesar 12,5% menghasilkan kuat tekan maksimal sebesar 27,954 MPa, sehingga mengalami peningkatan sebesar 35,223%. Nilai kuat tekan beton normal dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen adalah 13,807 MPa, dengan penambahan TBM sebesar 10% menghasilkan kuat tekan maksimal sebesar 22,125 MPa, sehingga mengalami peningkatan sebesar 37,596%. Pengujian kuat tarik belah beton normal dengan menggunakan perekat semen adalah 6,889 MPa, dengan penambahan serbuk TBM sebesar 12,5% menghasilkan kuat tarik belah maksimal sebesar 10,044 MPa, sehingga mengalami peningkatan sebesar 31,416%. Nilai kuat tarik belah beton normal dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen adalah 5,822 MPa, dengan penambahan serbuk TBM sebesar 5% menghasilkan kuat tarik belah maksimal sebesar 8,4 MPa, sehingga mengalami peningkatan sebesar 30,668%. Pengujian kuat lentur beton normal dengan menggunakan perekat semen adalah 5,773 MPa, dengan penambahan serbuk TBM sebesar 15% menghasilkan kuat lentur maksimal sebesar 6,227 MPa, sehingga mengalami peningkatan sebesar 7,301%. Nilai kuat lentur beton normal dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen adalah 2,971 MPa, dengan penambahan serbuk TBM sebesar 12,5% menghasilkan kuat lentur maksimal sebesar 6,042 MPa, sehingga mengalami peningkatan sebesar 50,825%.

Kata kunci : Terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah, Kuat tekan, Kuat tarik belah Kuat lentur, Penambahan maksimal.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sekarang ini sangat pesat seiring dengan perkembangan zaman. Teknologi dibidang kontruksi bangunan juga mengalami perkembangan pesat, termasuk teknologi beton yang hampir disetiap aspek pembangunan selalu terkait dengan beton. Beton merupakan salah satu faktor utama dalam bidang kontruksi mengingat fungsinya adalah sebagai salah satu pembentuk struktur pada konstruksi bangunan. (Tjokrodimuljo, 1996).

Peningkatan kualitas campuran beton akan menghasilkan beton yang lebih berkualitas. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas campuran beton yaitu dengan menggunakan terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah sebagai bahan tambah, dan kapur tohor sebagai pengganti sebagian semen diharapkan dapat menjadi perekat yang baik pada beton dan bisa menjadi salah satu alternatif yang cukup baik serta pemberian kapur tohor sebagai pengganti sebagian semen dimaksudkan untuk mengurangi jumlah pemakaian semen

Pada penelitian ini dicoba untuk mengetahui kapasitas kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton dengan bahan tambah terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah yang dihaluskan dan kapur tohor sebagai pengganti sebagian semen, dengan Faktor Air Semen (FAS) 0,5.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1). Bagaimana pengaruh penambahan terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah baik dengan menggunakan perekat semen atau semen dan kapur tohor terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur beton.
- 2). Berapa persentase maksimal penambahan terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah agar didapatkan kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur maksimal pada beton.

Adapun batas masalah yang dibatasi dalam penelitian ini adalah :

- 1). Semen yang digunakan adalah semen *Portland*, jenis I merk Gresik.
- 2). Agregat kasar (*split*) dan agregat halus (pasir), berasal dari kali Woro Klaten.
- 3). Terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah didapat dari Desa Bogor Cawas, Klaten, yang dihaluskan lolos saringan no. 100.
- 4). Kapur tohor berasal daerah Pandan Simping, Klaten.
- 5). Faktor Air Semen (FAS) yang digunakan 0,5.
- 6). *Mix design* menggunakan metode *Road Note* No 4.

- 7). Persentase variasi penambahan serbuk terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah adalah 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15% dari berat semen.
- 8). Persentase kapur tohor adalah 0% dan 25% dari berat semen.
- 9). Jumlah keseluruhan benda uji 36 buah, 24 buah berupa silinder dengan diameter 15 cm, tinggi 30 cm dan 12 buah berupa balok dengan panjang 60 cm, lebar 10 cm dan tinggi 20 cm.
- 10). Benda uji kuat tekan beton berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah 12 benda uji silinder beton, 6 buah silinder beton menggunakan perekat semen dan 6 buah silinder beton menggunakan perekat semen dan kapur tohor, dan masing-masing diberi penambahan serbuk terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah.
- 11). Benda uji kuat tarik belah beton berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah 12 benda uji silinder beton, 6 buah silinder beton menggunakan perekat semen dan 6 buah silinder beton menggunakan perekat semen dan kapur tohor, dan masing-masing diberi penambahan serbuk terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah.
- 12). Benda uji kuat lentur beton berupa balok dengan panjang 60 cm, lebar 10 cm dan tinggi 20 cm dengan jumlah 12 benda uji balok, 6 buah balok menggunakan perekat semen dan 6 buah balok menggunakan perekat semen dan kapur tohor, dan masing-masing diberi penambahan serbuk terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah.
- 13). Beton tidak bertulang, dan pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan beton, kuat tarik belah beton dan kuat lentur beton setelah umur 28 hari.

Bahan-Bahan Campuran Beton

Bahan penyusun beton yang utama terdiri dari campuran pasir, kerikil, air dan semen *portland*. Beton termasuk bahan bangunan yang mudah dibuat, akan tetapi dalam pembuatannya harus dikerjakan atau direncanakan secara teliti, agar dapat menghasilkan beton yang bermutu bagus dan kuat (Tjokrodimuljo, 1992).

Bahan penyusun beton antara lain :

1). Semen *Portland*

Semen *portland* adalah bahan penyusun beton yang secara umum terdiri dari silika, kapur, dan alumunium. Semen *portland* berfungsi sebagai bahan pengikat pada beton. Suatu semen akan menjadi pasta

semen jika diaduk dengan air, akan menjadi mortar semen jika diaduk dengan air dan ditambah dengan pasir, atau bisa disebut beton jika ditambah lagi dengan kerikil atau batu pecah. Fungsi semen itu sendiri adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat pada beton

agar menjadi suatu massa yang padat. Semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga antar butiran agregat, (Tjokrodinuljo 1996).

2). Agregat.

Kandungan agregat dalam suatu campuran beton biasanya sangat tinggi, komposisinya dapat mencapai 60% – 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai bahan pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, maka peran agregat menjadi sangat penting. Karena itu karakteristik dari agregat perlu dipelajari dengan baik, sebab agregat dapat menentukan sifat mortar atau beton yang akan dihasilkan (Mulyono, 2004).

Penggunaan agregat dalam beton adalah untuk :

- Menghemat penggunaan semen *portland*.
- Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton.
- Mengurangi susut pengerasan beton.
- Mencapai susunan beton yang padat.
- Mengontrol *workabilitas* beton. Dengan gradasi agregat yang baik (gradasi menerus), maka akan didapatkan beton yang mudah dikerjakan.

3). Air

Air adalah salah satu bahan utama beton yang sangat penting dan relatif paling mudah didapatkan. Akan tetapi air yang digunakan untuk campuran beton mempunyai syarat-syarat yang harus dipenuhi. Tidak semua air bisa dipakai sebagai bahan campuran beton.

Beberapa persyaratan pemakaian air yang harus dipenuhi untuk beton diantaranya (Tjokrodinuljo, 1996) :

- Tidak terdapat kandungan lumpur atau benda melayang yang lain >2 gram/liter.
- Tidak terdapat kandungan garam-garam (asam,zat organik,dll)>15 gram/liter.
- Tidak terdapat kandungan klorida (Cl) >0,5 gram/liter.
- Tidak terdapat senyawa sulfat >1 gram/liter.

4). Bahan Tambah

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air,semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera atau selama pengadukan beton (Tjokrodinuljo, 1996). Bahan tambah yang dipakai pada penelitian ini adalah terak tanur tinggi dari hasil pembakaran bata merah Desa Bogor Cawas Klaten. Merupakan hasil dari pembakaran bata merah dengan suhu yang sangat tinggi, melebihi suhu normal pembakaran bata merah, hal itu menyebabkan bata merah seperti meleleh dan berubah bentuknya sehingga

bata merah tersebut tidak dapat dipergunakan sebagai bahan pembuat dinding seperti bata merah pada umumnya. Kebanyakan para pembuat bata merah membuang begitu saja bata merah tersebut, karena dianggap tidak bisa dipergunakan. Dalam penelitian ini diharapkan bisa menjadi salah satu solusi untuk memanfaatkan bata merah tersebut, agar kedepannya bisa berguna dan tidak terbuang sia-sia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode *Road Note* No.4 yaitu dengan mengadakan percobaan di laboratorium guna mendapatkan hasil yang menjelaskan bagian-bagian yang diteliti. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini silinder dengan ukuran 15x30 cm dan balok dengan ukuran 60x10x20 cm. Dengan rincian sebagai berikut :

Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan metode *Road Note* No.4. adapun langkah-langkah sebagai berikut (Mulyono, 2004) :

- Hitung kuat tekan rata-rata rencana.
- Menentukan FAS dari gambar grafik hubungan antara FAS dengan kuat tekan.
- Buat proporsi agregat dari hasil masing-masing fraksi (perbandingan antara agregat halus dan agregat kasar), sehingga masuk dalam salah satu kurva dalam gambar grafik gradasi campuran.
- Tetapkan proporsi antara agregat dengan semen berdasarkan tingkat kemudahan pengerjaan. Dengan tabel proporsi agregat dengan semen.
- Hitung proporsi antara semen, air, dan agregat dengan FAS dan proporsi antara agregat semen yang diperoleh dari langkah 2 dan 4.
- Kebutuhan dasar dari beton dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{S}{\gamma_s \cdot \gamma_{air}} + \frac{P_{Ag.h} \cdot S}{\gamma_{Ag.h} \cdot \gamma_{air}} + \frac{P_{Ag.k} \cdot S}{\gamma_{Ag.k} \cdot \gamma_{air}} + \frac{A \cdot S}{\gamma_{air}} + 0,01 \cdot v = 1 \text{ m}^3 \dots\dots\dots (III - 1)$$

Tahap-Tahap Penelitian

- Tahap I (Persiapan)
Pada tahap ini semua bahan material dan alat-alat yang diperlukan harus dipersiapkan terlebih dahulu.
- Tahap II (Pemeriksaan bahan)
Bahan untuk pembuatan campuran beton dilakukan pengujian. Bahan yang di uji antara lain semen, agregat halus, air, dan limbah abu ampas tebu.
- Tahap III (Pembuatan rancangan campuran)
Kegiatan pada tahap ini yaitu perencanaan rancangan campuran.

4. Tahap IV (Pembuatan benda uji)

Setelah sesuai rencana maka semua bahan dicampur kemudian diaduk hingga rata.

5. Tahap V (Perawatan dan Pengujian)

Benda uji yang sudah dibuat kemudian dilakukan perawatan dengan cara direndam didalam air selama 28 hari. Setelah dilakukan perawatan kemudian benda uji dilakukan pengujian yaitu uji kuat tekan.

6. Tahap VI (Analisis Data dan Kesimpulan)

Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil pengujian lalu dianalisis dan dibahas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, merupakan suatu pencarian data yang mengacu pada perumusan masalah, yaitu untuk mengetahui bahan-bahan material yang digunakan sudah memenuhi syarat atau tidak dan mengetahui efek dari penambahan Serbuk TBM terhadap mutu dan kuat tekan.

Hasil Pengujian Agregat

Pengujian agregat meliputi kandungan zat organik, kandungan lumpur, berat jenis, serapan air, dan gradasi.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	SNI	Keterangan
Kandungan Organik	Orange	SNI 03-2816-1992	Memenuhi
Pemeriksaan SSD (<i>Saturated Surface Dry</i>)	2,5	SNI 03-2816-1992	Memenuhi
Berat Jenis		SNI 03-1970-2008	
1). Berat jenis <i>bulk</i>	2,42		Memenuhi
2). Berat jenis SSD	2,52		Memenuhi
3). Berat jenis semu	2,69		Memenuhi
<i>Absortion</i> %	4,16%		Memenuhi
Kandungan Lumpur	3,21%	SNI 03-2816-1992	Memenuhi
Gradasi Pasir	Daerah III	SNI 03-6820-2002	Memenuhi
Modulus Halus Butir	3,03	-	Memenuhi

(sumber: hasil penelitian)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa bahan-bahan material yang digunakan dalam campuran beton sudah memenuhi syarat.

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	SNI	Keterangan
Berat jenis		SNI 03-1969-2008	Memenuhi
1). Berat jenis <i>bulk</i>	2,69		
2). Berat jenis SSD	2,73		
3). Berat jenis semu	2,79		
<i>Absortion</i> %	1,36		Memenuhi
Keausan agregat	65,4	SNI 03-2417-1991	Memenuhi
Gradasi agregat kasar	Daerah II	SNI 03-1968-1990	Memenuhi
Modulus halus butir	6,03		Memenuhi

Hasil Pengujian Beton

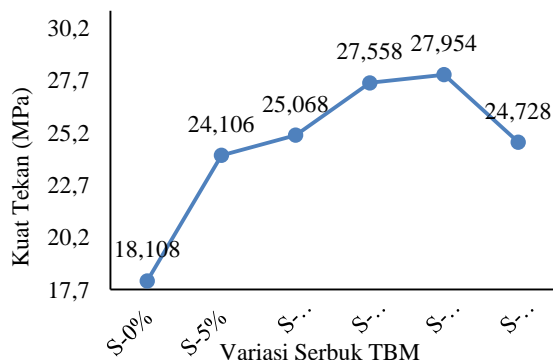
1. Kuat tekan

Pada penelitian ini kuat tekan awal diperoleh dari pengujian kuat tekan beton yang direndam pada air tawar umur 28 hari.

Tabel 3. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan perekat semen.

Variasi Serbuk TBM	Luas Permukaan (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan	
			(N/mm ²)	(MPa)
S-0%	17672	320000	18.108	18.108
S-5%	17672	426000	24.106	24.106
S-7,5%	17672	443000	25.068	25.068
S-10%	17672	487000	27.558	27.558
S-12,5%	17672	494000	27.954	27.954
S-15%	17672	437000	24.728	24.728

(sumber: hasil penelitian)



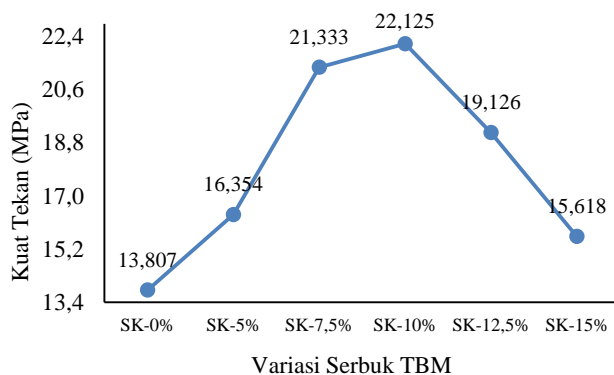
Gambar V.1. Grafik hubungan antara variasi serbuk TBM dengan pengujian kuat tekan beton dengan perekat Semen.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.6, nilai kuat tekan beton normal sebesar 18,108 MPa. Pada beton dengan penambahan serbuk TBM 5% diperoleh kuat tekan sebesar 24,106 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 7,5% diperoleh kuat tekan sebesar 25,068 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 10% diperoleh kuat tekan sebesar 27,558 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM ,5% diperoleh kuat tekan sebesar 27,954 MPa, dan pada beton dengan penambahan serbuk TBM 15% diperoleh kuat tekan sebesar 24,728 MPa. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen dan penambahan serbuk TBM sebesar 10% dari berat semen dapat menaikkan kuat tekan beton sebesar 27,558 MPa.

Tabel 4. Data hasil pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor.

Persentase Kapur Tohor	Variasi Serbuk TBM	Luas Permu kaan (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan (N/mm ²) (MPa)	
25%	SK-0%	17672	244000	13.807	13.807
	SK-5%	17672	289000	16.354	16.354
	SK-7,5%	17672	377000	21.333	21.333
	SK-10%	17672	391000	22.125	22.125
	SK-12,5%	17672	338000	19.126	19.126
	SK-15%	17672	276000	15.618	15.618

(sumber: hasil penelitian)



Gambar V.4. Grafik hubungan antara variasi serbuk TBM dengan pengujian kuat tekan beton dengan perekat semen dan kapur tohor.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.9, nilai kuat tekan beton normal adalah sebesar 13,807 MPa. Pada beton dengan penambahan serbuk TBM 5% diperoleh kuat tekan sebesar 16,357 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 7,5% diperoleh kuat

tekan sebesar 21,333 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 10% diperoleh kuat tekan sebesar 22,125 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 12,5% diperoleh kuat tekan sebesar 19,126 MPa, dan pada beton dengan penambahan serbuk TBM 15% diperoleh kuat tekan sebesar 15,618 MPa.

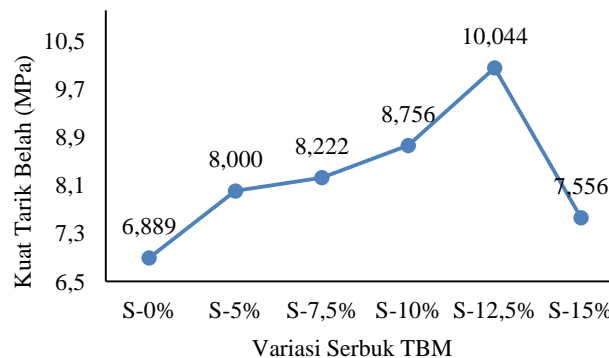
Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen dan penambahan serbuk TBM sebesar 10% dari berat semen dapat menaikkan kuat tekan beton sebesar 22,125 MPa.

2. Kuat Tarik Belah beton

Tabel 5. Data hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan menggunakan perekat semen.

Variasi Serbuk TBM	L (mm)	D (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan (N/mm ²) (MPa)	
S-0%	300	150	155000	6.889	6.889
S-5%	300	150	180000	8.000	8.000
S-7,5%	300	150	185000	8.222	8.222
S-10%	300	150	197000	8.756	8.756
S-12,5%	300	150	226000	10.044	10.044
S-15%	300	150	170000	7.556	7.556

(sumber: hasil penelitian)



Gambar V.7. Grafik hubungan antara variasi serbuk TBM dengan pengujian kuat tarik belah beton dengan menggunakan perekat semen.

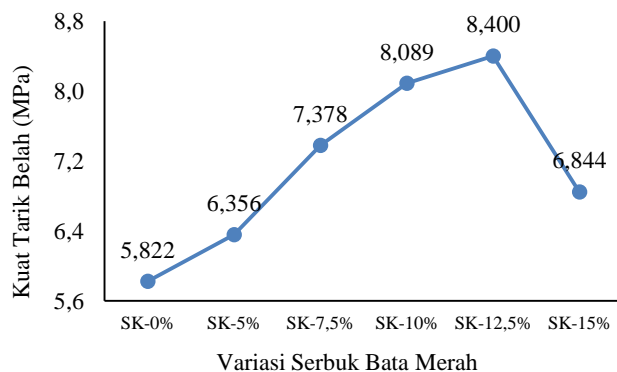
Dari data yang diperoleh pada Tabel V.12, nilai kuat tarik belah beton normal adalah sebesar 6,889 MPa. Pada beton dengan penambahan serbuk TBM 5% diperoleh kuat tarik belah sebesar 8,0 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 7,5% diperoleh kuat tarik belah sebesar 8,222 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 10% diperoleh kuat tarik

belah sebesar 8,756 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 5% diperoleh kuat tarik belah sebesar 10,044 MPa, dan pada beton dengan penambahan serbuk TBM 15% diperoleh kuat tarik belah sebesar 7,566 MPa.

Tabel 6. Data hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor.

Persentase Kapur Tohor	Variasi Serbuk TBM	L (mm)	D (mm)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan (N/mm ²) (MPa)	
25%	SK-0%	300	150	131000	5.822	5.822
	SK-5%	300	150	143000	6.356	6.356
	SK-7,5%	300	150	166000	7.378	7.378
	SK-10%	300	150	182000	8.089	8.089
	SK-12,5%	300	150	189000	8.400	8.400
	SK-15%	300	150	154000	6.844	6.844

(sumber: hasil penelitian)



Gambar V.8. Grafik hubungan antara variasi serbuk TBM dengan pengujian kuat tarik belah beton dengan perekat semen dan kapur tohor

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.13, nilai kuat tarik belah beton normal adalah sebesar 5,822 MPa. Pada beton dengan penambahan serbuk bata merah 5% diperoleh kuat tarik belah sebesar 6,356 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk bata merah 7,5% diperoleh kuat tarik belah sebesar 7,378 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk bata merah 10% diperoleh kuat tarik belah sebesar 8,089 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk bata merah 12,5% diperoleh kuat tarik belah sebesar 8,40 MPa, dan pada beton dengan penambahan serbuk bata merah 15% diperoleh kuat tarik belah sebesar 6,844 MPa.

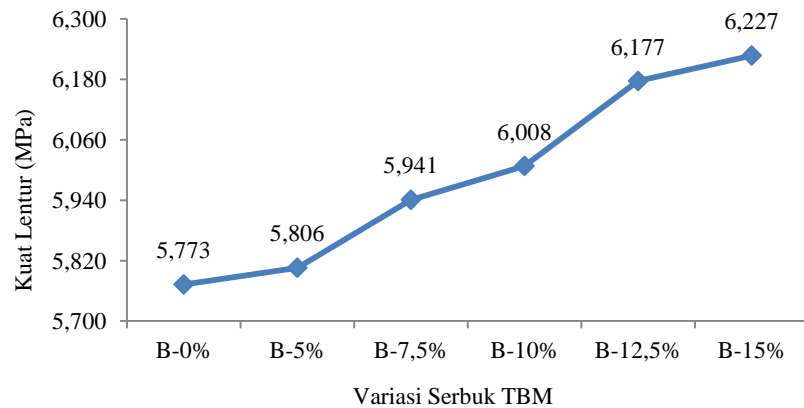
Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen dan kapur tohor dengan penambahan serbuk bata merah 12,5% dari berat semen dapat menaikkan kuat tarik belah beton sebesar 8,40 MPa.

3. Kuat Lentur beton

Tabel 7. Data hasil pengujian kuat lentur beton dengan menggunakan perekat semen.

Variasi Serbuk TBM	L	b	h	P	q	Kuat Lentur	
	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N/mm)	(N/mm ²)	(MPa)
B-0%	450	100	200	34100	0.480	5.773	5.773
B-5%	450	100	200	34300	0.465	5.806	5.806
B-7,5%	450	100	200	35100	0.463	5.941	5.941
B-10%	450	100	200	35500	0.457	6.008	6.008
B-12,5%	450	100	200	36500	0.456	6.177	6.177
B-15%	450	100	200	36800	0.454	6.227	6.227

(sumber: hasil penelitian)



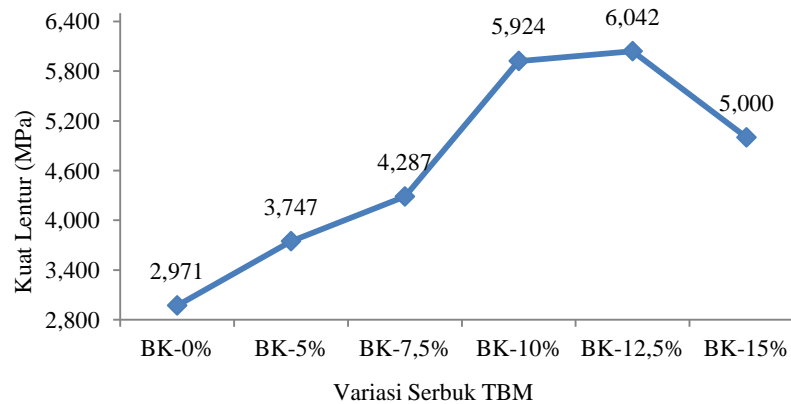
Gambar V.11. Grafik hubungan antara variasi serbuk TBM dengan pengujian kuat lentur beton menggunakan perekat semen.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.15, kuat lentur beton normal adalah sebesar 5,773 MPa. Pada beton dengan penambahan serbuk TBM 5% diperoleh kuat lentur sebesar 5,806 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 7,5% diperoleh kuat lentur sebesar 5,941 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 10% diperoleh kuat lentur sebesar 6,008 MPa, pada beton dengan penambahan serbuk TBM 12,5% diperoleh kuat lentur sebesar 6,117 MPa, dan pada beton dengan penambahan serbuk TBM 15% diperoleh kuat lentur sebesar 6,227 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen dengan penambahan serbuk TBM 15% dari berat semen didapat kuat lentur terbesar yaitu 6,227 MPa.

Tabel 8. Data hasil pengujian kuat lentur beton dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor.

Persentase Kapur Tohor	Variasi Serbuk TBM	L	b	h	P	q	Kuat Lentur	
		(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(N/mm)	(N/mm ²)	(MPa)
25%	BK-0%	450	100	200	17500	0.470	2.971	2.971
	BK-5%	450	100	200	22100	0.463	3.747	3.747
	BK-7,5%	450	100	200	25300	0.458	4.287	4.287
	BK-10%	450	100	200	35000	0.457	5.924	5.924
	BK-12,5%	450	100	200	35700	0.455	6.042	6.042
	BK-15%	450	100	200	29530	0.453	5.000	5.000



Gambar V.12. Grafik hubungan antara variasi serbuk TBM dengan pengujian kuat lentur beton menggunakan perekat semen dan kapur tohor.

Dari data yang diperoleh pada Tabel V.17, kuat lentur beton normal adalah sebesar 2,971 MPa. Pada beton dengan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen dengan penambahan serbuk TBM 5% diperoleh kuat lentur sebesar 3,747 MPa, pada beton dengan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen dengan penambahan serbuk TBM 7,5% diperoleh kuat lentur sebesar 4,287 MPa, pada beton dengan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen dengan penambahan serbuk TBM 10% diperoleh kuat lentur sebesar 5,924 MPa, pada beton dengan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen dengan penambahan serbuk TBM 12,5% diperoleh kuat lentur sebesar 4,827 MPa, dan pada beton dengan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen dengan penambahan serbuk TBM 15% diperoleh kuat lentur sebesar 5,00 MPa.

Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen dengan penambahan serbuk TBM 15% dari berat semen didapat kuat lentur terbesar yaitu 5,924 MPa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan pada BAB V, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan beton normal menggunakan semen sebesar 18,108 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 12,5% mengalami peningkatan sebesar 35,223%, sehingga menjadi 27,954 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 12,5% didapatkan hasil penambahan kuat tekan maksimal dengan menggunakan perekat semen. Nilai kuat tekan beton normal menggunakan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen adalah 13,807 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 10% mengalami peningkatan sebesar 37,596%, sehingga menjadi 22,125 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 10% didapatkan hasil penambahan kuat tekan maksimal dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor.
2. Nilai kuat tarik belah beton normal menggunakan perekat semen sebesar 6,889 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 12,5% mengalami peningkatan sebesar 31,416%, sehingga menjadi 10,044 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 12,5% didapatkan hasil penambahan kuat tarik belah maksimal dengan menggunakan perekat semen. Nilai kuat tarik belah beton normal menggunakan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen adalah 5,822 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 5% mengalami peningkatan sebesar 30,668%, sehingga menjadi 8,4 Mpa. Pada penambahan serbuk TBM 12,5% didapatkan hasil penambahan kuat tarik belah maksimal dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor.
3. Nilai kuat lentur beton normal menggunakan perekat semen sebesar 5,773 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 15% mengalami peningkatan sebesar 7,301%, sehingga menjadi 6,227 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 15% didapatkan hasil penambahan kuat lentur maksimal dengan menggunakan perekat semen. Nilai kuat lentur beton normal menggunakan perekat semen dan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen adalah 2,971 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 12,5% mengalami peningkatan sebesar 50,825%, sehingga menjadi 6,042 MPa. Pada penambahan serbuk TBM 12,5% didapatkan hasil penambahan kuat lentur maksimal dengan menggunakan perekat semen dan kapur tohor.
4. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan perekat semen dan kapur tohor lebih bagus hasilnya, karena dengan mengurangi jumlah semen dan digantikan dengan kapur tohor sebesar 25% dari berat semen, serta dengan

penambahan serbuk TBM 10% didapat kuat tekan sebesar 22,125 MPa, diatas kuat tekan rencana yaitu 20 MPa.

SARAN

Dari kesimpulan di atas maka dapat dibuat suatu saran-saran sebagai berikut :

- 1). Sebelum melakukan penelitian, perlu dikenali sifat bahan dan peralatannya terlebih dahulu agar hal-hal di luar spesifikasi bisa diantisipasi dengan baik.
- 2). Untuk membuat sampel benda uji beton sesuai spesifikasi yang telah direncanakan sebelumnya, diperlukan pemahaman yang baik dalam perencanaan bata beton dan pelaksanaan yang baik dalam langkah-langkah pembuatan benda uji beton.
- 3). Alat uji kuat tekan *Compression Tension Machine* harus benar-benar akurat, atau teruji keakuratannya untuk menguji benda uji yang mempunyai kuat tekan rendah, serta pembacaan jarum beban maksimal harus teliti dan cermat sehingga bisa mendapatkan nilai kuat tekan beton yang benar-benar akurat
- 4). Untuk penelitian selanjutnya, perlu dicoba variasi serbuk TBM yang lebih detail lagi agar dapat meningkatkan kualitas mutu beton lebih bagus dari penelitian ini.
- 5). Perlu diadakan penelitian lagi tentang bahan perekat semen dan kapur tohor, dengan persentase kapur tohor yang berbeda dan menambahkan bahan tambah yang bersifat mengikat lebih kuat sehingga menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi dan mengurangi penggunaan semen.

DAFTAR PUSTAKA

- DPU, 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*, N.1-2 1971, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Mulyono, T., 2004. *Teknologi Beton*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Nugraha, P., Antoni., 2007, *Teknologi Beton Dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- SNI 03-1968-1990, 1990, Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, BSN
- SNI 03-1969-2008, 2008, Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, BSN.

SNI 03-1970-1990, 1990, Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus, BSN.

SNI 03-1972-1990, 1990, Metode Pengujian Slump Beton, BSN.

SNI 03-2417-1991, 1991, Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angles, BSN.

SNI 03-2816-1992, 1992, Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Atau Beton, BSN.

SNI 03-2816-1992, 1992, Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar Atau Beton, BSN.

SNI 03-2491-2002, 2002, Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

SNI 03-2823-1992, 1992, Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Memakai Gelagar Sederhana Dengan Sistem Beban Titik Di Tengah.

SNI 03-1974-1990, 1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.

Subakti, A. 1995. *Teknologi Beton Dalam Praktek*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.